

Domesticação,
evolução,
dispersão e
conservação do
germoplasma
de plantas de
importância
econômica

Déborah Yara A. C. dos Santos
dyacasah@ib.usp.br





Domesticação, evolução, dispersão e conservação do germoplasma de plantas de importância econômica

Processo que envolve alteração genética nas plantas direcionadas pelo homem

SELAÇÃO ARTIFICIAL

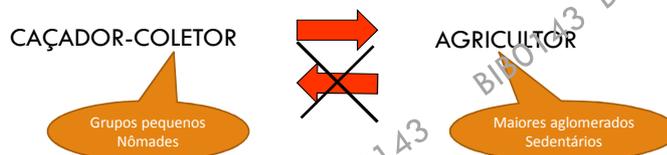
AGRICULTURA

Latim – *ager*: campo, território
cultura: cultivo

cuidado (cultivo) de plantas

Déborah Yara A. C. dos Santos
dyacas@ib.usp.br

A humanidade sempre praticou a agricultura?

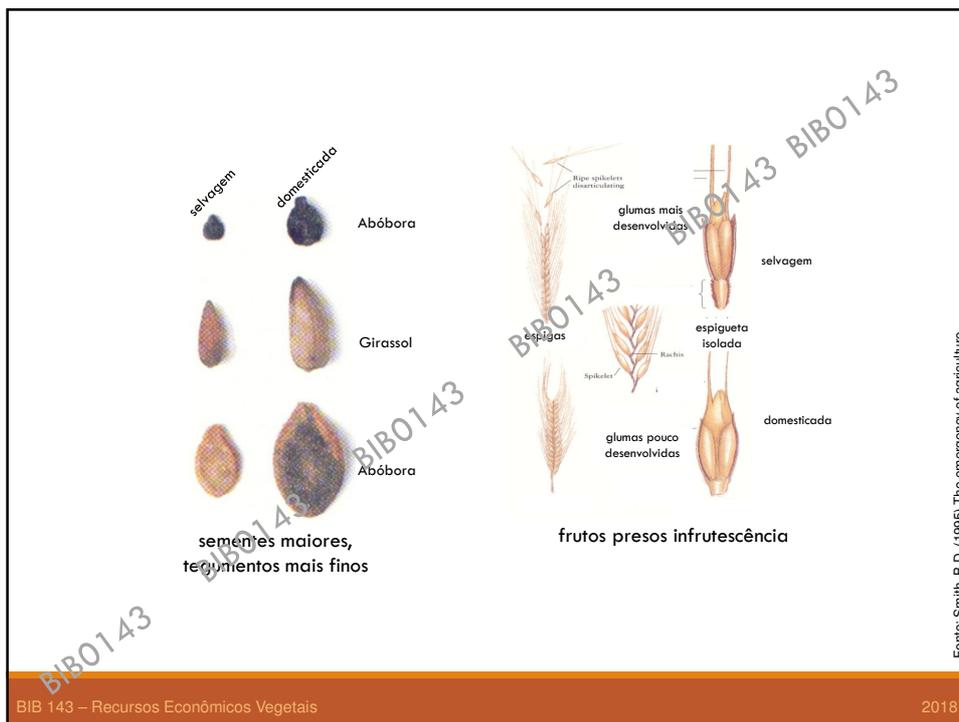


Quando, onde, como e porque a humanidade iniciou o cultivo de plantas de maneira tão abrangente e permanente?

Quando, onde, como e porque a humanidade iniciou o cultivo de plantas de maneira tão abrangente e permanente?

- ✓ Escavações arqueológicas
 - fóssil humano + restos de plantas (sementes, pólen)
 - ferramentas
- ✓ Datação por ^{14}C





Quando, onde, como e porque a humanidade iniciou o cultivo de plantas de maneira tão abrangente e permanente?

- ✓ Escavações arqueológicas
fóssil humano + restos de plantas
(sementes, pólen)
ferramentas

- ✓ Datação por ¹⁴C



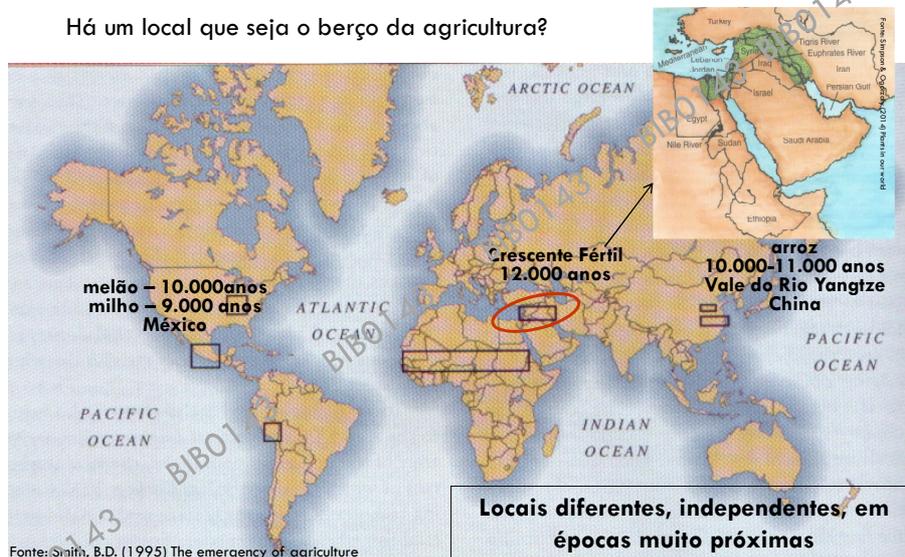
ca. 12.000 anos



- ✓ Há pelo menos 2.000 anos atrás, a maior parte das grandes civilizações humanas já se sustentavam pela agricultura;
- 10.000 – 2.000 anos atrás: mudança radical e definitiva na forma de vida.

Quando, onde, como e porque a humanidade iniciou o cultivo de plantas de maneira tão abrangente e permanente?

Há um local que seja o berço da agricultura?



Locais diferentes, independentes, em épocas muito próximas

BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais

2018

Características comuns:

- ✓ áreas localizadas em regiões tropicais ou subtropicais
(35° N – 35° S)
- ✓ geralmente montanhosas
- ✓ ausência de florestas (vegetações) densas
- ✓ abundância de recursos

BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais

2018

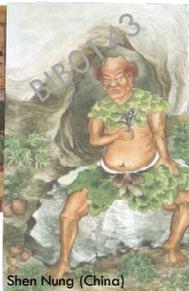
Quando, onde, **como** e porque a humanidade iniciou o cultivo de plantas
maneira tão abrangente e permanente?

Como a humanidade aprendeu a cultivar a plantas?

Para a maioria das civilizações antigas (egípcios, gregos, chineses, astecas, incas...) existem várias lendas, ligadas a deuses, para explicar como o homem "aprendeu" a cultivar plantas.



Deusa Isis (Egito)



Shen Nung (China)



Livro do Gênesis – quando Adão e Eva foram punidos e expulsos do jardim do Edem, viram-se obrigados a produzir o próprio alimento.

Fonte: Simpson & Ogarzely (2014) Plants in our world

Quando, onde, **como** e porque a humanidade iniciou o cultivo de plantas
maneira tão abrangente e permanente?

Como a humanidade aprendeu a cultivar a plantas?

Humanidade teria descoberto, casualmente, por observação, que podia "controlar" a disponibilidade de uma planta.



SELEÇÃO INCONSCIENTE
(Edgar Anderson, 1971)



Com a agricultura teria se tornado sedentário

Humanidade teria, conscientemente, inventado a agricultura, para garantir um melhor suprimento de comida.



CONHECIMENTO ANTERIOR
(Carl Sauer, 1952)



Já seria sedentário antes de ser agricultor

- ✓ Atualmente, há evidências que povos modernos não-agricultores têm o conhecimento de como cultivar, mas optam por não fazê-lo.
- ✓ Curandeiros e xamãs pré-agricultores já cultivam algumas plantas importantes para uso medicinal.

Quando, onde, como e porque a humanidade iniciou o cultivo de plantas de maneira tão abrangente e permanente?

Sec. XIX e início Sec. XX:

- ✓ parte do progresso da civilização primitiva para a moderna
- ✓ forma de aprimoramento da humanidade

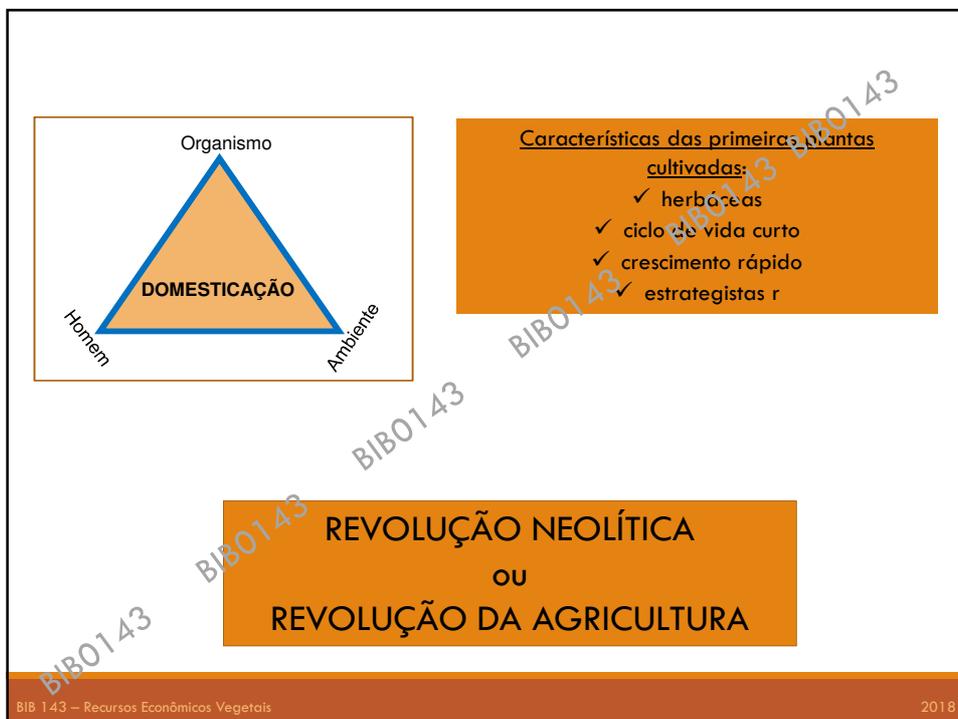
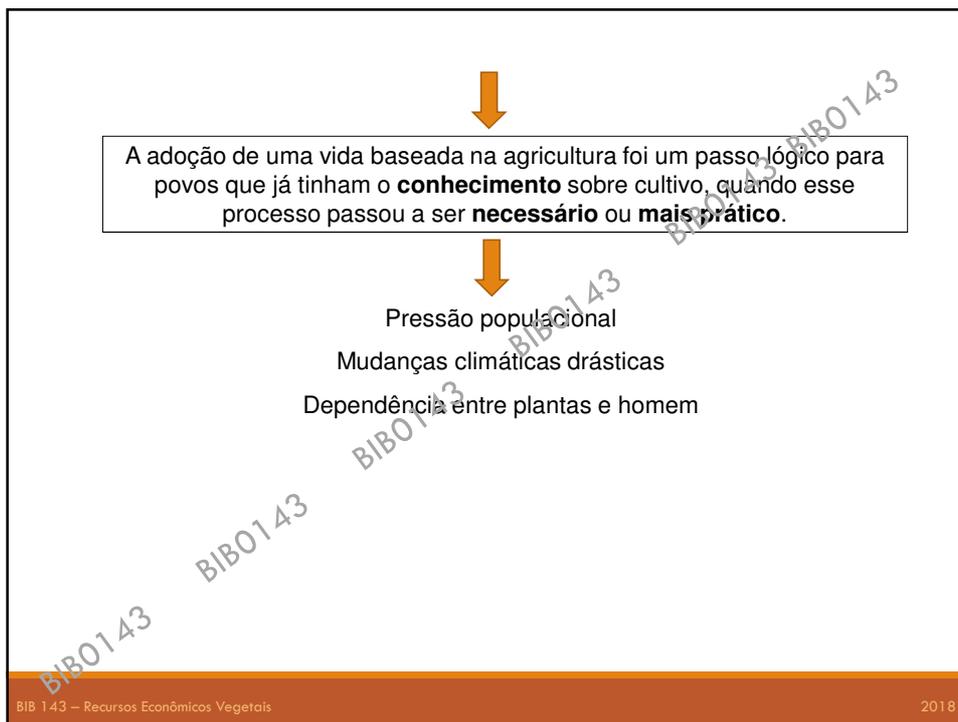
Na segunda metade Sec. XX:

- ✓ estudos arqueológicos mais detalhados e o melhor conhecimento de populações modernas não-agricultoras demonstraram que a agricultura não é praticada por opção (falta de necessidade) e não por falta de conhecimento
- ✓ agricultura primitiva era, provavelmente, mais difícil e trabalhosa que a caça-coleta

Lee & DeVore (1968) – pigmeus do deserto de Kalahari (África)



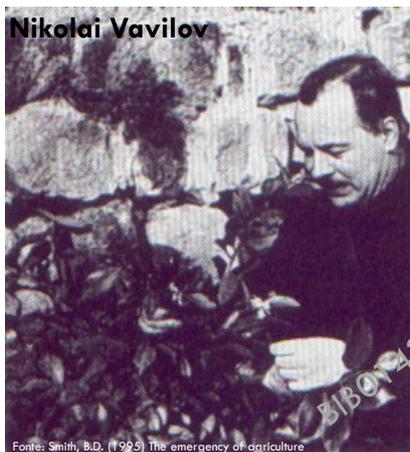
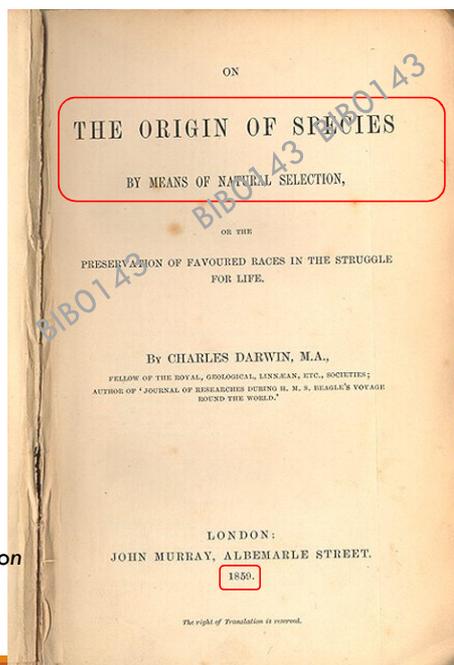
- ✓ Não observaram problemas relacionados a má nutrição ou sofrimento;
- ✓ Conhecimento de cerca de 105 espécies plantas comestíveis - 14 preferenciais;
- ✓ Dieta: 96g de proteínas e 2355 Kcal/dia
(estimativas atuais: homem de 70Kg – 60 g proteínas e 2300 Kcal / dia)
- ✓ Trabalho com obtenção de alimento: 2,5 dias/sem/pes ou 400-1000h/pes/ano
(sociedades com agricultura rudimentar - mínimo 1000h/pes/ano)





Charles Darwin - 1859

Capítulo 1 – Variation under domestication



Nikolai Vavilov

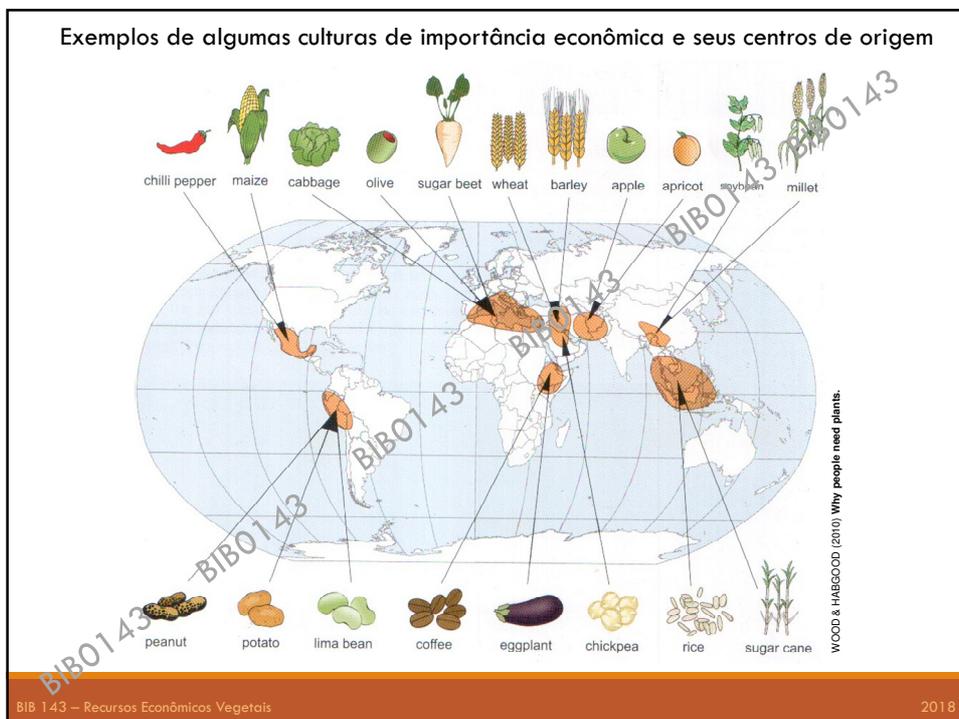
Geneticista soviético

Décadas de 1920 e 1930

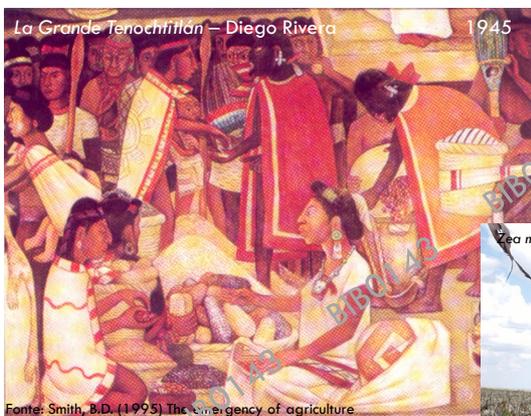
Viajou por 52 países coletando sementes de plantas cultivadas/selvagens buscando padrões de distribuição geográfica.

CENTROS DE ORIGEM

1. Locais onde parentes selvagens de espécies cultivadas podem ser facilmente encontrados atualmente são, provavelmente, bons candidatos para o início da domesticação.
2. Esse locais devem apresentar a maior abundância de variabilidade natural dessas plantas cultivadas.



Dentre as espécies de plantas cultivadas, alguns cereais (gramíneas) são os mais amplamente estudados.



O **milho** foi uma cultura de grande importância econômica no México antigo.



BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais

2018

Domesticação milho



✓ No início da década de 1960, várias escavações no Vale de Tehuacán (México) renderam muitas evidências sobre as primeiras plantas domesticadas.

✓ 24.000 acessos - espécimens de *Zea mays*



✓ Espigas medindo de 19 a 25 mm

✓ 8 fileiras de 6 a 9 grãos

BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais

2018

Espécies taxonomicamente relacionadas ao milho (*Zea mays*)

Teosinto — *Zea mays*



Estudos de hibridação:

- ✓ facilidade de cruzamento
- ✓ híbridos férteis
- ✓ mesmo número cromossômico

- ✓ Colmos finos que partem da base da planta
- ✓ Espiga com uma só fileira e não revestidas por "palhas"
- ✓ Grãos não aderidos ao eixo, eram liberados livremente
- ✓ Grãos pequenos e muito duros

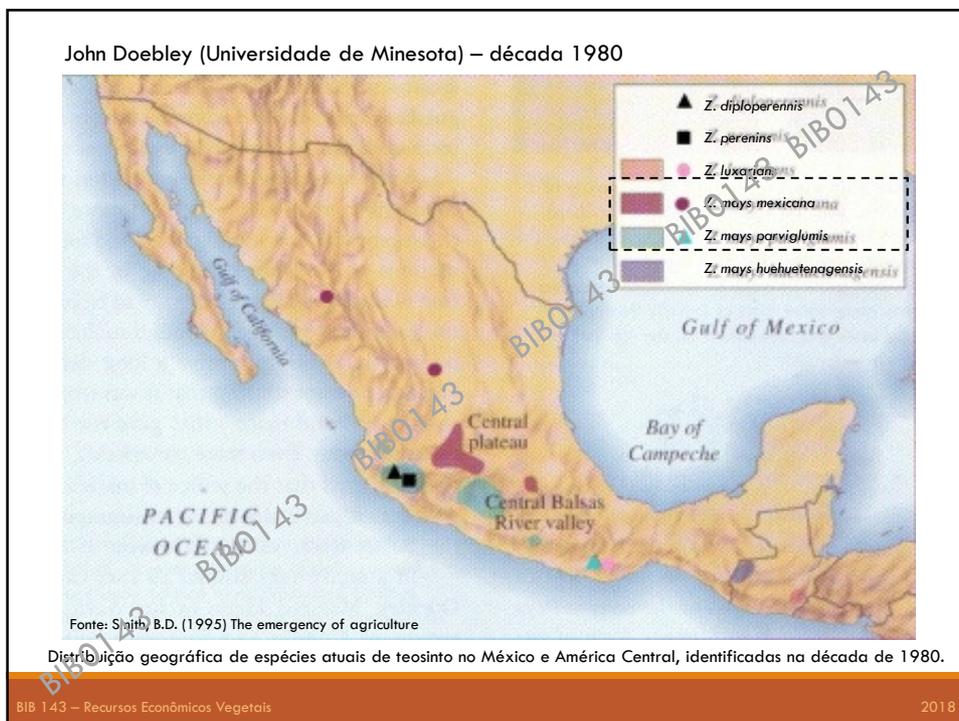
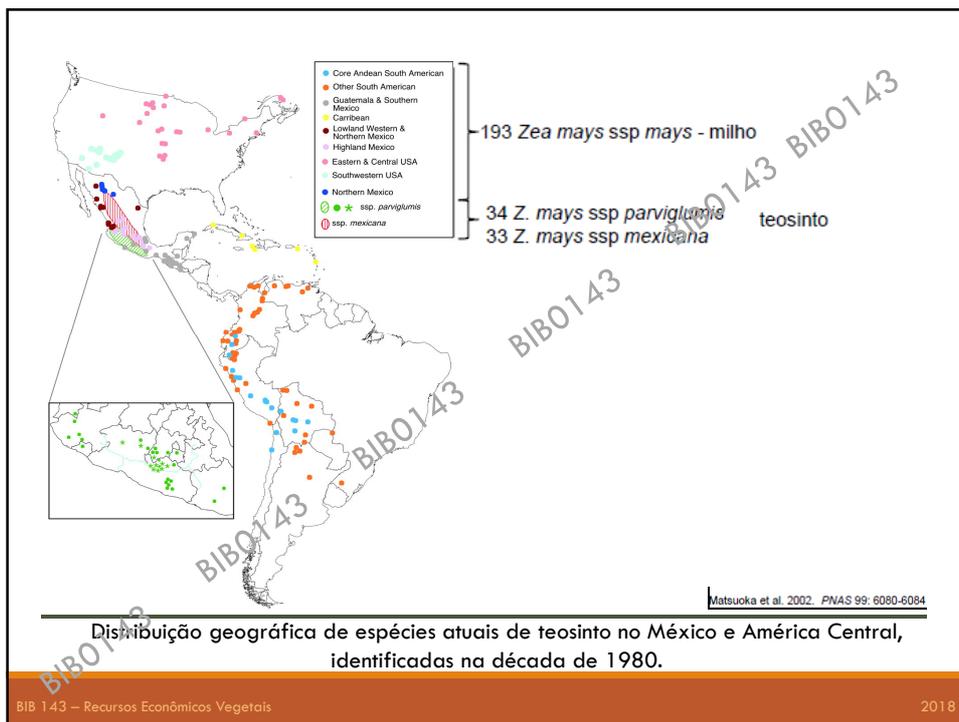
BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais 2018

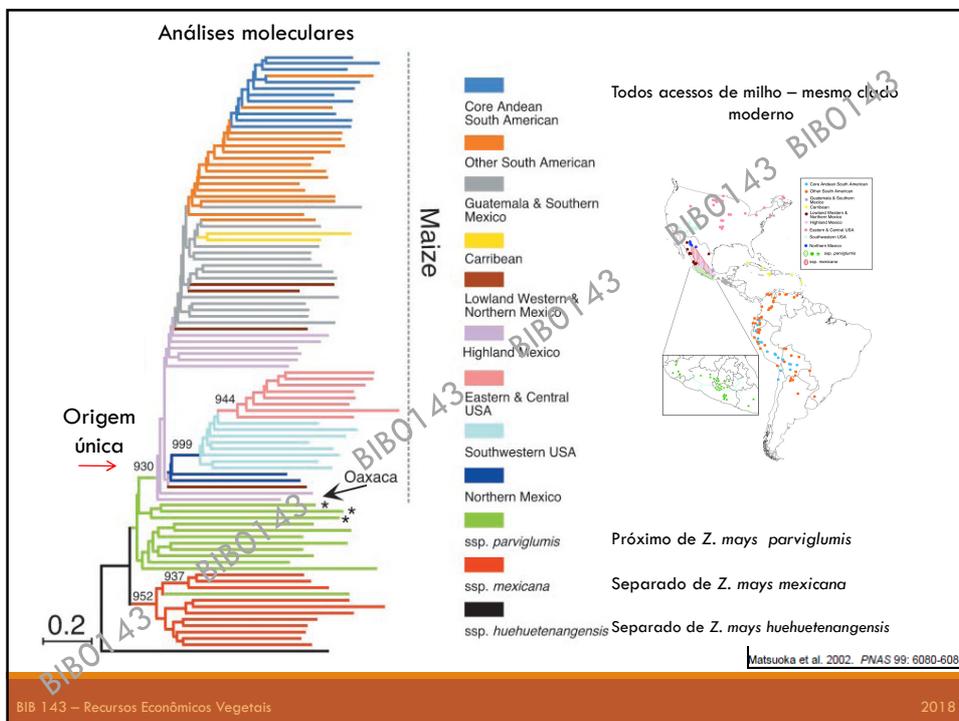
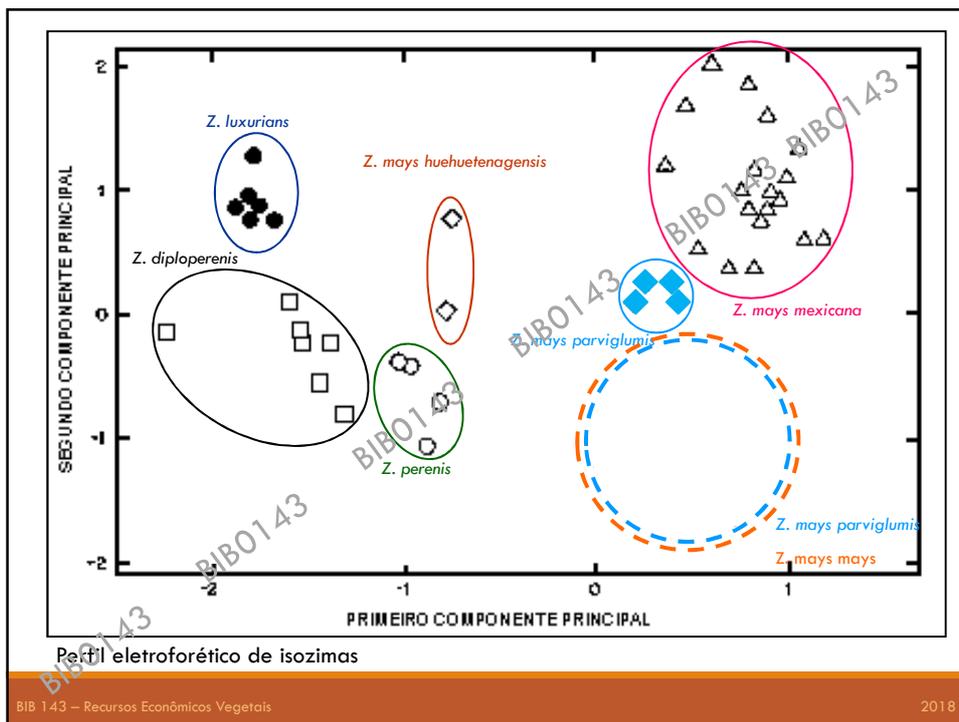


Fig. 1. From left to right, teosinte (*Zea mays* ssp. *mexicana*) fruits, teosinte inflorescence, F1 hybrid inflorescence, and maize (*Zea mays* ssp. *mays*) inflorescence (photo by Janet Clegg, with permission).

Chaves, N.B. et al. *Economic Botany*, 66(2), 2012, pp. 132–137

BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais 2018





Espigas de diversas variedades de milho moderno

Variedade encontrada atualmente com características muito próximas àquelas encontradas na exploração arqueológica

Lady Finger Pop (Argentino)

U.S. Corn Belt

Fonte: Smith, B.D. (1995) The emergence of agriculture

BIB0143

BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais

2018

RETOMANDO

~10.000 anos – alguns povos, de maneira independente, adoram novo “estilo” de vida, estimulados por alguma pressão externa.

↓

AGRICULTURA
(domesticação / seleção artificial)

Seleção de um organismo com características específicas (definidas previamente).
Nessa técnica, os descendentes apresentarão características específicas dos seus parentais definidas de acordo com um propósito.

BIB0143

BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais

2018

Algumas espécies de plantas domesticadas apresentam uma enorme diversidade de variedades e linhagens

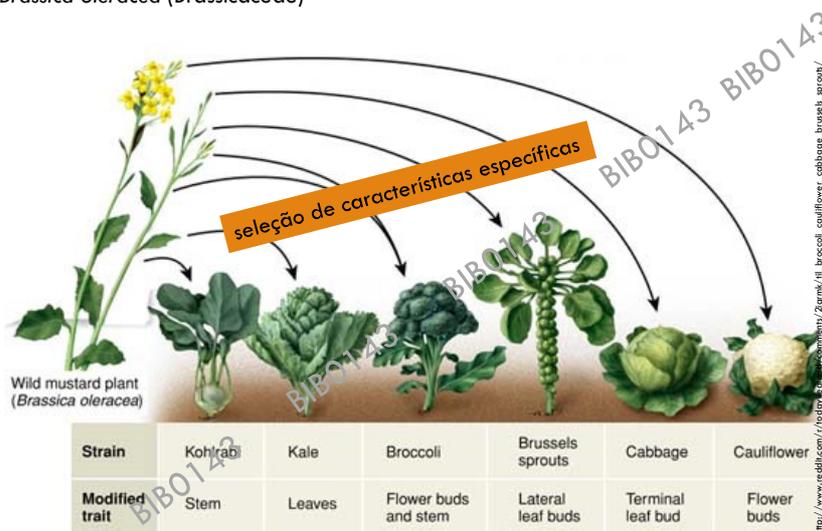
Petunia hybrida (Solanaceae)



BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais

2018

Brassica oleracea (Brassicaceae)



MELHORAMENTO GENÉTICO

BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais

2018

Quando teve início o processo de **melhoramento genético** de espécies de interesse econômico?

~10.000 Seleção não intencional

Atual

Uso de biotecnologia OGM e transgênicos

- ✓ Final séc. XVII – cruzamentos aleatórios e produção de híbridos
- ✓ Sec XIX:
 - desenvolvimento microscópios e estudo em anatomia
 - fusão entre gameta masculino e gameta feminino = embrião
 - descoberta dos cromossomos
 - teoria da evolução através da seleção natural (Charles Darwin - 1859)
 - estudos de Mendel – ervilhas (1865 – 1866)
 - uso de raio-X (mutações) e colchicina (poliploides)
- ✓ Sec XX (1960's) – cultura de tecidos



Fase científica do melhoramento: redescoberta dos estudos de Mendel

BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais 2018

Quais os objetivos do **melhoramento genético** de espécies de interesse econômico?

1. Produção

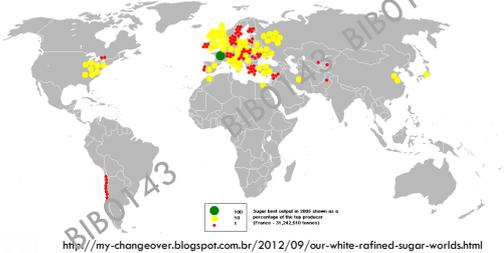
Beterraba - *Beta vulgaris*
Amaranthaceae



Caryophyllales (betalainas)

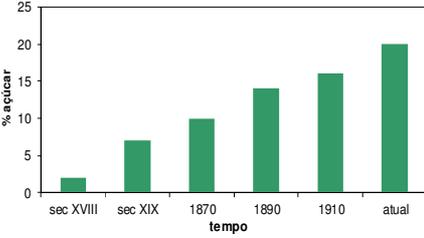
O=C(O)C1=NC(=C(O)C=C1O)C(=O)N2C=CC(=O)N2C(=O)O

Betacianidina



<http://my-changeover.blogspot.com.br/2012/09/our-white-refined-sugar-worlds.html>

Porcentagem de açúcar na beterraba



tempo	% açúcar
sec XVIII	~2
sec XIX	~7
1870	~10
1890	~14
1910	~16
atual	~20

BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais 2018

Quais os objetivos do **melhoramento genético** de espécies de interesse econômico?

2. Uniformidade

Cana-de-açúcar – *Saccharum officinarum*
Poaceae
~6000 anos – Nova Guiné



<http://www.britannica.com/plant/sugarcane/images-photos/A-cutting-machine-on-a-plantation-in-southeastern-Brazil-harvesting/109073>

<http://br.depositphotos.com/5379103/stock-photo-panorama-of-sugar-cane-plantation.html>

Quais os objetivos do **melhoramento genético** de espécies de interesse econômico?

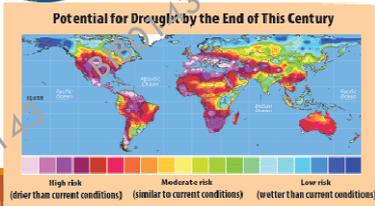
3. Tolerância a condições climáticas

Agência **FAPESP** NOTÍCIAS AGENDA VÍDEOS ASSINE

Pesquisadores do IAC desenvolvem feijão mais resistente à seca

11 de novembro de 2014

Por Elton Alisson



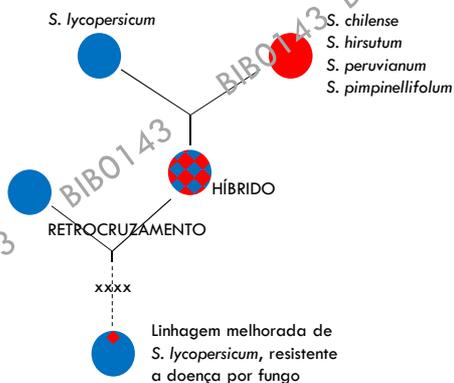
Feijão – *Phaseolus vulgaris*
Fabaceae

Planta é capaz de se desenvolver com volume de água até 30% menor do que o usual; pesquisadores tentam identificar genes que conferem à cana-de-açúcar tolerância ao estresse hídrico (foto: Arquivo IAC)

Feijão imperador
30% menos de água

Quais os objetivos do **melhoramento genético** de espécies de interesse econômico?

4. Resistência a pragas e doenças



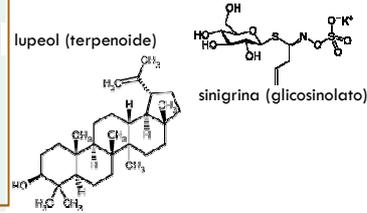
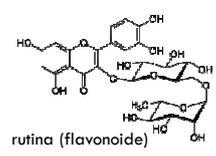
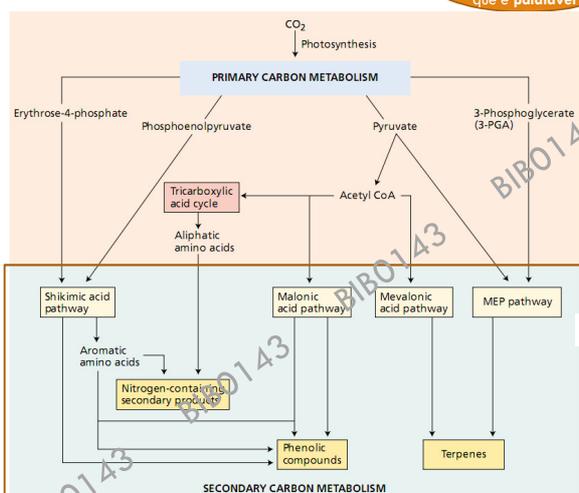
Foi conseguida através de cruzamentos com espécies selvagens de *Solanum*

Quais os objetivos do **melhoramento genético** de espécies de interesse econômico?

5. Melhora da (palatabilidade)

Qualidade ou característica do que é palatável

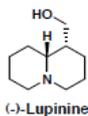
Sabor agradável



Metabólitos secundários – defesa das plantas

Quais os objetivos do **melhoramento genético** de espécies de interesse econômico?

5. Melhora da palatabilidade



Resistência a herbívoros
ALCALOIDES

TRABALHO DE MELHORAMENTO REALIZADO EM 1947



ORGANISMOS MODIFICADOS GENETICAMENTE



Melhoramento genético clássico

Produção de transgênicos (aula 23/março)

Melhoramento genético clássico

Uma nova cultivar, como a do café, demora décadas para chegar ao produtor desde a seleção inicial das plantas



Seleção de linhagens endogâmicas

ENDOGAMIA (auto-polinização)

união de gametas da mesma flor (ou indivíduo) ou de plantas diferentes mais muito semelhantes

TYPES OF POLLINATION

BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais

2018

Seleção de linhagens endogâmicas

ENDOGAMIA (auto-polinização)

união de gametas da mesma flor (ou indivíduo) ou de plantas diferentes mais muito semelhantes

↓

Aumento da homozigose - uniformidade

	0%	50%	75%
Aa		AA x AA → AA AA AA AA	
x		Aa x Aa → AA Aa Aa aa	
Aa		Aa x Aa → AA Aa Aa aa	
		aa x aa → aa aa aa aa	

Fixação de caracteres

BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais

2018

Com endogâmias sucessivas, rapidamente vão se acumulando locos em homozigose

↓

↑ UNIFORMIDADE

↓ VIGOR

Fixação de caracteres + e -



BIB0143

BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais 2018

PRODUÇÃO DE HÍBRIDOS

Linhas pais com alto grau de HOMOLOGOSE

A		A		a		a
b		b	x	B		B
c		c		c		c
D		D		D		D
E		E		e		e

HÍBRIDO com VIGOR e alto grau de HETEROZIGOSE

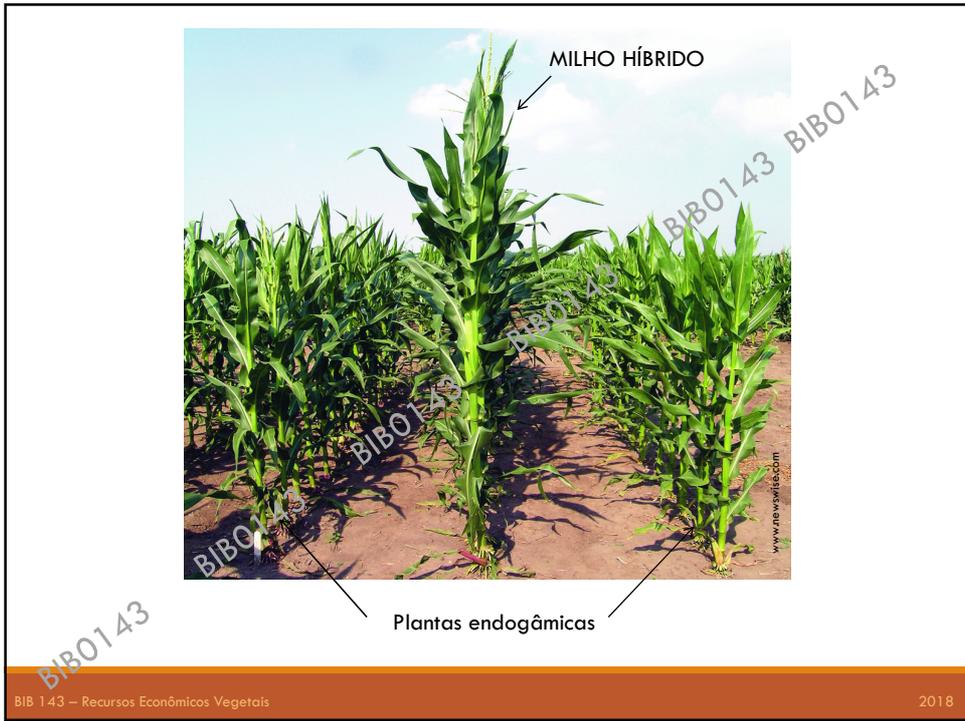
A		a
b		B
c		c
D		D
E		e

(VIGOR HÍBRIDO = HETEROSE)



FIGURE 3.9
Producing seed by manually crossing flowers of plants with known, but different, genotypes may take more effort than simply allowing natural pollination to occur, but the resulting hybrid plants can exhibit some qualities superior to those of their parents. In this 1880 advertisement, the hybrid vigor of the Mikado tomato was promised to make it superior to the old varieties. (Image courtesy of the Advertising Archives.)

BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais 2018



Melhoramento genético clássico

Uma nova cultivar, como a do café, deve ser desenvolvida para chegar ao produtor desde a seleção inicial das plantas.

1. Seleção e cultivo de plantas com características desejadas.
2. Cruzamento entre as plantas selecionadas e fertilização da semente.
3. Plantas resultantes e avaliação das características, por meio de um genótipo para identificar a variedade desejada.
4. Plantas resistentes a doenças (ou dessecantes, por meio de um genótipo para identificar a variedade desejada).
5. Registro da cultivar.
6. Distribuição aos produtores.
7. Plantas em campo e produção da semente da nova cultivar.

Conventional breeding

Virus resistant plant

High yield crop

tempo longo

Virus resistant and high yield crop

TEMPO MÉDIO DE DESENVOLVIMENTO

Cafeeiro	20 a 30 anos
Cana	até 20 anos
Feijoeiro	6 a 7 anos
Algodoeiro	12 a 20 anos
Soja	8 a 10 anos

Fonte: IAC

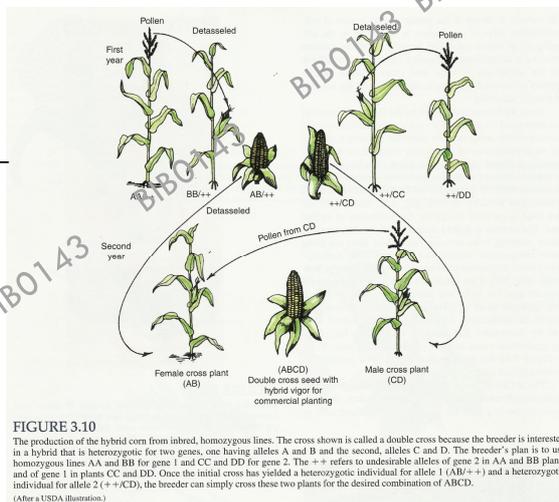
BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais

2018

PRODUÇÃO DE SEMENTES DE MILHO HÍBRIDO

Objetivo – obter um genótipo suficientemente controlado para ter apenas plantas altamente produtivas numa área de cultivo

1. Seleção dos indivíduos com características desejadas
2. Fixação de caracteres – ENDOGAMIA (auto-polinização)
3. Escolha das linhagens autogâmicas – alogamia – VIGOR HÍBRIDO



CONSEQUÊNCIAS DO MELHORAMENTO GENÉTICO

- ✓ grande uniformidade
- ✓ alta produtividade
- ✓ elevado grau de adaptação

Acentuam-se determinados caracteres, enquanto outros que estavam armazenados em condição heterozigótica são perdidos

ALTAMENTE
ADAPTADAS

POSSUEM
POUQUÍSSIMA
ADAPTABILIDADE

CONSEQUÊNCIAS DO MELHORAMENTO GENÉTICO

perda de linhagens selvagens abandonadas devido à preferência por linhagens modernas

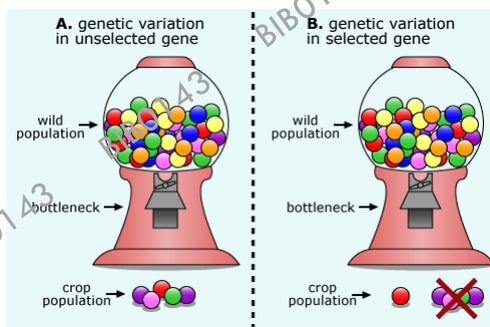
LINHAGENS SELVAGENS:

ALTO GRAU DE HETEROZIGOSE
BASE GENÉTICA AMPLA
ELEVADO GRAU DE ADAPTABILIDADE

LINHAGENS MELHORADAS GENETICAMENTE:

ALTO GRAU DE HOMOZIGOSE
BASE GENÉTICA ESTREITA
BAIXO GRAU DE ADAPTABILIDADE

A perda do patrimônio genético correspondente a espécies selvagens estreitamente relacionadas às espécies cultivadas, linhagens primitivas e genes que se perderam nos processos de melhoramento constituem um processo perigoso denominado **erosão gênica**



University of California Museum of Paleontology's Understanding Evolution (<http://evolution.berkeley.edu>).

O elevado grau de uniformidade das linhagens modernas e a falta de recursos naturais para a defesa contra herbívoros e patógenos (que são combatidos com defensivos químicos) é uma das importantes causas de rápida disseminação das doenças nas culturas comerciais.

A grande fome – Irlanda

- ✓ Sec. XVIII – batata passou a ser base da alimentação, principalmente para população mais pobre, sendo bastante propagada
- ✓ Sec. XIX - infecção da batata por fungo *Phytophthora infestans*
- ✓ Em 3 anos a produção populacão rural foi perdida em ~100%
- ✓ 1846 – 1850: a população da Irlanda caiu em 25% (2 milhões de pessoas morreram de fome ou migraram para América do Norte ou para Inglaterra)



Por essa razão são fundamentais os programas de estudos em centros de origem, além daqueles de **conservação do patrimônio genético** de espécies selvagens e de linhagens primitivas de plantas cultivadas. Dessa forma, é possível que se mantenham em bancos de germoplasma genes disponíveis para futuros programas de melhoramento

Por essa razão são fundamentais os programas de estudos em centros de origem, além daqueles de conservação de espécies selvagens e variedades cultivadas. Devem manter-se em **bancos de germoplasma** genes disponíveis para futuros programas de melhoramento.

Germoplasma – patrimônio genético de uma organismo disponível e viável para reprodução e propagação.

BIB0143

BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais 2018

Critérios de prioridade quanto à inclusão de espécies selvagens relacionadas às plantas de valor econômico

- Algumas espécies são geneticamente muito relacionadas às linhagens cultivadas;
- Outras são mais distantes;
- Outras têm uma semelhança remota.

Quais priorizar???

BIB0143

BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais 2018

IUCN (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*)
 WWF (*World Wild Fund for Nature*)

1. Importância da planta, com base na extensão de área cultivada
2. Período de tempo anual em que a planta é utilizada
3. Importância para comunidade
4. Seu uso comercial



- a. Coleção **gênica primária** – mesma espécie que cultivares comerciais
- b. Coleção **gênica secundária** – transferência gênica possível
- c. Coleção **gênica terciária** – transferência gênica através de plasmídeos e/ou engenharia genética

Estratégias para a conservação da biodiversidade

ex situ

in situ

- ✓ Conservação de órgãos e sementes
 - ✓ Campos de banco gênico
 - ✓ Conservação *in vitro*
 - ✓ Jardins botânicos
 - ✓ Criopreservação

- ✓ Reservas genéticas
- ✓ Áreas protegidas

Vantagens:

- Permite a conservação, ainda que os habitats tenham sido destruídos.
- Fácil acesso a plantas e animais de muitos locais.

Desvantagens:

- Interrompe processos evolutivos: pressão para adaptação a mudanças ambientais; competição com outras plantas; patógenos e pragas.

Vantagens:

- Conservar a diversidade genética, permitindo que os organismos continuem evoluindo naturalmente.
- Proteger área representativa de uma paisagem o ecossistema.

Desvantagens:

- Sujeitas a desastres naturais ou criminosos.

Conservação *in situ*

1. Reservas genéticas (*farm gene banks*) – agricultura tradicional como mantenedora da diversidade
 - ✓ Cultivo de variedades primitivas e tradicionais em jardins, hortas ou roças domésticas, nas áreas de origem das respectivas espécies.
 - ✓ Contribui para a manutenção da base genética da espécie cultivada.
 - ✓ Estimula a agricultura familiar, gerando renda para populações indígenas e tradicionais.
 - ✓ Pode oferecer germoplasma de reposição e atualização das coleções *ex situ*.



BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais

2018

Conservação *in situ*

1. Reservas genéticas (*farm gene banks*) – agricultura tradicional como mantenedora da diversidade
2. Áreas protegidas – Ministério do Meio Ambiente (<http://www.mma.gov.br>)

Unidades de Proteção Integral

Estação Ecológica
Reserva Biológica
Parque Nacional
Monumento Natural
Refúgio de Vida Silvestre

Unidades de Uso Sustentável

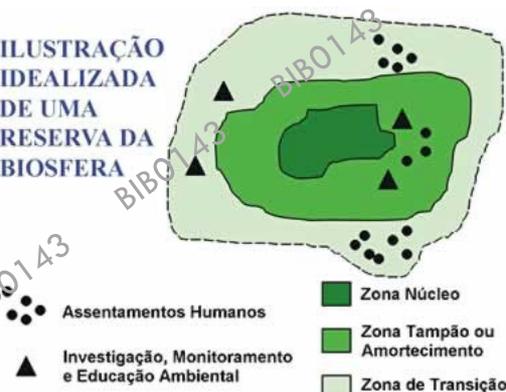
Área de Proteção Ambiental
Área de Relevante Interesse Ecológico
Floresta Nacional
Reserva Extrativista
Reserva de Fauna
Reserva de Desenvolvimento Sustentável
Reserva Particular do Patrimônio Natural

BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais

2018

RESERVA DA BIOSFERA:

- Modelo internacional
- Preservação da diversidade biológica, o desenvolvimento de atividades de pesquisa, o monitoramento ambiental, a educação ambiental, o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida das populações.
- Público ou privado
- Reconhecida pelo programa Intergovernamental "O HOMEM E A BIOSFERA - MAB", estabelecido pela UNESCO.

**ILUSTRAÇÃO
IDEALIZADA
DE UMA
RESERVA DA
BIOSFERA**

BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais

2018

Áreas para preservação *in situ* de espécies selvagens relacionadas às plantas de valor econômico

Rússia - trigo, pistache e algumas frutas

Índia - "santuários gênicos" - arroz, cana-de-açúcar, manga, banana, laranja

Etiópia - espécies selvagens de café

Reserva da biosfera – Siera de Manatlán (México) – milho



Zea diploperenis (Teosinto)

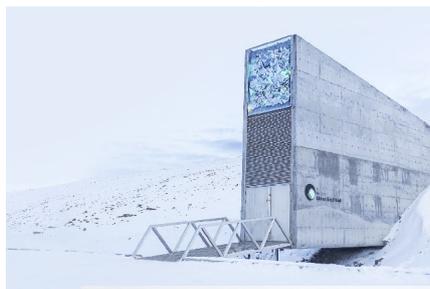
BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais

2018

Conservação *ex situ*

- 1. Bancos de sementes – desidratação e manutenção a -20oC
Sementes ortodoxas

Svalbard Global Seed Vault (Caverna Global de Sementes Svalbard)
Ilha norueguesa de Spitsbergen, no arquipélago de Svalbard



Fevereiro/2018 - > 1 milhão sementes

ARCA DE NOÉ

Vídeo - 'Jornada da Vida' visita 'Arca de Noé' das plantas com sementes do mundo – Fantástico
14/02/2016

<http://g1.globo.com/fantastico/quadros/A-Jornada-da-Vida/noticia/2016/02/jornada-da-vida-visita-arca-de-noe-das-plantas-com-sementes-do-mundo.html>

Conservação *ex situ*

1. Bancos de sementes – desidratação e manutenção a -20°C
Sementes ortodoxas
2. Campos de bancos gênicos
Espécies com baixa produção de sementes, com sementes recalcitrantes, com períodos juvenis longos



Banco de palmeiras

Conservação *ex situ*

1. Bancos de sementes – desidratação e manutenção a -20°C
Sementes ortodoxas
2. Campos de bancos gênicos
Espécies com baixa produção de sementes, com sementes recalcitrantes, com períodos juvenis longos
3. Cultura de tecidos
Explantos – tubos de ensaio com meio de cultura
Clonagem
Importante na obtenção de OT (aula 23/março)

Cultura de tecidos

Overview of the Tissue Culture Process

<http://www.earthtech.com/planttissuecultureproduction.html>

Plantas produzidas no laboratório e em estufas (no alô) são fornecidas para citricultores e montadas como referência para identificação (ao lado)

IAC – produção de citros

BIB0143

BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais 2018

Conservação *ex situ*

1. Bancos de sementes – desidratação e manutenção a -20°C
Sementes ortodoxas
Sementes recalcitrantes
 2. Campos de bancos gênicos
Espécies com baixa produção de sementes, com sementes recalcitrantes, com períodos juvenis longos
 3. Cultura de tecidos
Explantes – tubos de ensaio com meio de cultura
Clonagem
Importante na obtenção de OT (aula 23/março)
 4. Criopreservação
Tecido obtido *in vitro* armazenado em nitrogênio líquido (-196°C)
- BIB0143



BIB 143 – Recursos Económicos Vegetais

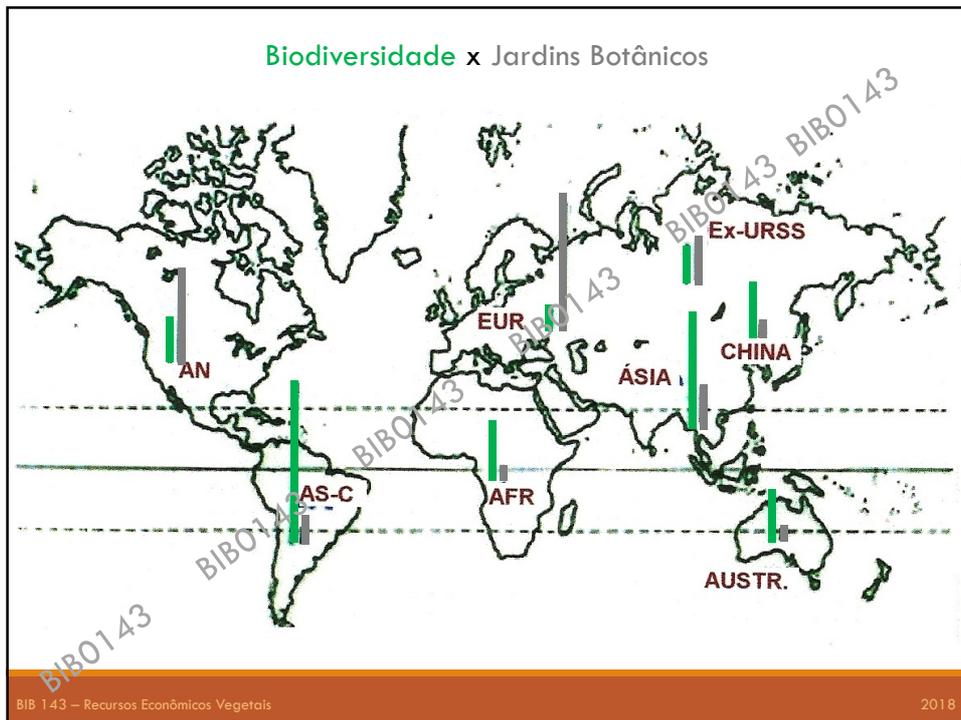
2018

Conservação *ex situ*

1. Bancos de sementes – desidratação e manutenção a -20°C
Sementes ortodoxas
Sementes recalcitrantes
2. Campos de bancos gênicos
Espécies com baixa produção de sementes, com sementes recalcitrantes, com períodos juvenis longos
3. Cultura de tecidos
Explantes – tubos de ensaio com meio de cultura
Clonagem
Importante na obtenção de OT (aula 23/março)
4. Criopreservação
Tecido obtido *in vitro* armazenado em nitrogênio líquido (-196°C)
5. Jardins botânicos

BIB 143 – Recursos Económicos Vegetais

2018



IAC 130 anos

Revista Pesquisa Fapesp – setembro 2017

1.067 cultivares

... de 96 espécies diferentes foram geradas pelo IAC em 130 anos

1067 cultivares

melhoramento genético tradicional

banco de germoplasma do mundo para citros, com coleção mantida em pomar, semente e outras formas

Cultivar IAC – algodoeiro (1932)

Arroz, feijão e pêssego

Pêssego: Início 1940 – 1ª cultivar após 20 anos; Hoje cultivares adaptados a SP e Sul de MG

The page features a collage of agricultural products: orange seeds, black seeds, orange slices, and coffee beans. Text boxes provide information about IAC's work, including the number of cultivars, traditional genetic improvement, a world germoplasma bank for citrus, and specific cultivars like the 1932 cotton and the 1940s peach.

BIB 143 – Recursos Econômicos Vegetais 2018